

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-166630

(43)Date of publication of application : 27.06.1990

(51)Int.Cl.

G11B 7/09

G11B 7/135

G11B 11/10

(21)Application number : 63-322498

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 20.12.1988

(72)Inventor : KIMURA YASUO

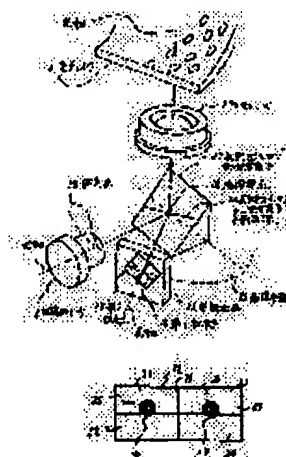
(54) FOCUSING ERROR DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a focusing error detector with superior stability for temperature by setting the travel of a light spot on an optical detector according to the fluctuation of oscillation wavelength in a light source in the same direction as that of two light spots and suppressing the amount of travel of the light spot within prescribed times the parting line width of the optical detector.

CONSTITUTION: A focusing error signal S_{fe} is given as equation I assuming the output of segments 31-34 of the optical detector 22 as V_1 - V_4 . Therefore, the focusing error signal is offset and goes to zero even when the positions of the light spots 25 and 26 are deviated upward or downward from a first parting line 23 in parallel optically with the knife edge of the optical detector, and no focusing error signal offset occurs. Thereby, the parting line of the optical detector 22 and the position of a convergent point on the parting line are decided so that the travel of the light spots 25 and 26 on the optical detector according to the fluctuation of the oscillation wavelength of the light source can be set in the same direction as that of the two light spots and also, the amount of travel of the light spots can be suppressed within 2.8 times the parting line width of the optical detector. In such a way, it is possible to obtain the focusing error detector having remarkably stable error detecting characteristic against the fluctuation of the wavelength of the light source.

$$S_{fe} = (V_1 + V_2) - (V_3 + V_4) \quad I$$



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

訂正有り
⑩ 特許出願公開

⑩ 公開特許公報(A) 平2-166630

⑤ Int. Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成2年(1990)6月27日

G 11 B 7/09
7/135
11/10

B 2106-5D
Z 8947-5D
Z 7426-5D

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全11頁)

⑥ 発明の名称 焦点誤差検出装置

⑧ 特 願 昭63-322498

⑨ 出 願 昭63(1988)12月20日

⑦ 発 明 者 木 村 靖 夫 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑦ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑦ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称

焦点誤差検出装置

特許請求の範囲

常温での発振波長 λ_1 を有する光源と、光源を出射した光を光記録媒体上に集光させる結像光学系と、第1の分割線と該第1の分割線に略直交する第2の分割線により少なくとも4個のセグメントに分けられた光検出器と、前記光記録媒体で反射し、前記結像光学系を経てきた反射光を前記光検出器に導くための反射型格子光学素子とを少なくとも有し、前記反射型格子光学素子は、前記光源の出射光の光軸と交差する反射型格子光学素子分割直線により第1の領域と第2の領域に分けられ、前記反射型格子光学素子の第1の領域への波長 λ_1 の入射光を回折光として前記光検出器の前記第1の分割線上の点(第1の収束点)に、前記反射型格子光学素子の第2の領域への波長 λ_1 の

入射光を回折光として前記光検出器の前記第2の分割線上の点(第2の収束点)にそれぞれ収束させる作用を有し、前記光軸と前記反射型格子光学素子分割直線との交点、前記第1、第2の収束点及び前記光源の発光点が同一平面上にあるように前記光源、前記反射型格子光学素子、前記光検出器を配置し、さらに、前記反射型格子光学素子の反射面をX-Y平面、前記交点を原点、原点を通りX-Y平面に垂直な軸をZ軸にとった直交座標系を定めて、前記第1の収束点の座標を(x_{r1} , y_{r1} , z_{r1})、前記第2の収束点の座標を(x_{r2} , y_{r2} , z_{r2})、前記光源の発光点の座標を(x_s , y_s , z_s)、前記第1の収束点と前記第2の収束点を結ぶ線分上の中点の座標を(x_r , y_r , z_r)、動作保障温度域に対応する前記光源の発振波長変動幅を $\lambda_0 \sim \lambda_2$ ($\lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2$)、前記第1の分割線幅を w とし、

$$d_{r1} = \sqrt{x_{r1}^2 + y_{r1}^2 + z_{r1}^2}$$

$$d_{r2} = \sqrt{x_{r2}^2 + y_{r2}^2 + z_{r2}^2}$$

$$d_r = \sqrt{x_r^2 + y_r^2 + z_r^2}$$

$$d_o = \sqrt{x_o^2 + y_o^2 + z_o^2}$$

$$l_{out1}(l) = \frac{x_o}{d_o} \frac{1}{\lambda_1} \left(\frac{x_o}{d_o} \frac{x_{r1}}{d_{r1}} \right); l=1,2$$

$$m_{out1}(l) = \frac{y_o}{d_o} \frac{1}{\lambda_1} \left(\frac{y_o}{d_o} \frac{y_{r1}}{d_{r1}} \right)$$

$$n_{out1}(l) = [1 - \{ l_{out1}(l) \}^2 - \{ m_{out1}(l) \}^2]^{1/2}$$

$$t_1(l) = d_o^2 / \{ x_r \cdot l_{out1}(l) + y_r \cdot m_{out1}(l) + z_r \cdot n_{out1}(l) \}$$

$$x_{o1}(l) = l_{out1}(l) \cdot t_1(l)$$

$$y_{o1}(l) = m_{out1}(l) \cdot t_1(l)$$

$$z_{o1}(l) = n_{out1}(l) \cdot t_1(l)$$

$$A = y_r z_o - y_o z_r$$

$$B = x_o z_r - x_r z_o$$

$$C = x_r y_o - x_o y_r$$

$$Y_1(l) = \frac{x_{o1}(l) \cdot A + y_{o1}(l) \cdot B + z_{o1}(l) \cdot C}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}$$

としたとき、 $Y_1(l_0)$ と $Y_2(l_0)$ は同符号で、

$$|Y_1(l_0)|, |Y_2(l_0)| \leq 2.8W$$

となる関係を満足し、かつ、 $Y_1(l_2)$ と $Y_2(l_2)$ は同

符号で、

$$|Y_1(l_0)|, |Y_2(l_0)| \leq 2.8W$$

成る関係を満足し、前記反射型格子光学素子分割直線は、結像光学系の倍率を m_r 、焦点誤差検出のダイナミックレンジを $\pm \alpha_e$ とし、

$$m = 2 \cdot m_r \cdot \alpha_e^2$$

$$e = x_r z_r z_o - x_o z_r^2 - x_o y_r^2$$

$$f = y_r z_r z_o - y_o z_r^2 - x_r^2 y_o$$

$$r = \{ x_r^2 (y_r y_o - z_r z_o) + y_r^2 (x_r x_o - z_r z_o) + z_r^2 + z_r^2 (x_r x_o - y_r y_o) \} / z_r$$

$$l_{1o} = \{ x_o (d_o + m) - x_o d_o \} / DB_1$$

$$m_{1o} = \{ y_o (d_o + m) - y_o d_o \} / DB_1$$

$$DB_1 = [d_o^2 (d_o + m)^2 - d_o (d_o + m) (x_o x_o + y_o y_o) + (x_o^2 + y_o^2) d_o^2]^{1/2}$$

$$l_{out1} = l_{1o} - \{ (x_o - x_o) / DB_1 - (x_r - x_o) / DB_2 \}$$

$$m_{out1} = m_{1o} - \{ (y_o - y_o) / DB_1 - (y_r - y_o) / DB_2 \}$$

$$n_{out1} = \sqrt{1 - l_{out1}^2 - m_{out1}^2}$$

$$DB_2 = \sqrt{(x_o - x_o)^2 + (y_o - y_o)^2 + z_o^2}$$

$$DB_3 = \sqrt{(x_r - x_o)^2 + (y_r - y_o)^2 + z_r^2}$$

$$t_o = \{ x_o (z_r y_o - y_r z_o) + y_o (x_r z_o - x_o z_r) \} / \{ l_{out1} (y_r z_o - z_r y_o) + m_{out1} (x_r z_r - x_r z_o) + n_{out1} (x_r y_o - x_o y_r) \}$$

$$x_o = l_{out1} \cdot t_o + x_o$$

$$y_o = m_{out1} \cdot t_o + y_o$$

$$z_o = n_{out1} \cdot t_o$$

としたとき、

$$x_o - x_r : y_o - y_r : z_o - z_r = e : f : r$$

なる関係を略満足する反射型格子光学素子上の点 $(x_o, y_o, 0)$ と、座標原点を結ぶ直線となることを特徴とする焦点誤差検出装置。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、コンパクトディスク、ビデオディスク、等からの記録信号の再生、光ディスク、光磁気ディスク等への情報信号の記録、再生、消去に用いられる光ヘッドの焦点誤差検出装置に関する。

(従来の技術)

コンパクトディスク、ビデオディスク等からの記録信号の再生、光ディスク、光磁気ディスク等への情報信号の記録、再生、消去に用いられる光ヘッドは、光記録システムの中で最も重要かつ基本的な部分である。光ヘッドには、長寿命、高信頼という特性とともに、光ディスクドライブの小型化、高転送レート化、高アクセス速度化のために、小型で軽量あることが望まれており、この要求を満足するために、焦点誤差検出用光学系に用いられてきた従来のバルク形の光学部品を、ホログラムや単純格子などの薄膜状の格子光学素子で置き換える試みが進められている。

第2図は従来提案されてきた反射形ホログラム光学素子を用いた光ヘッドの焦点誤差検出用の光学系を示す斜視図である。光源である半導体レーザ1を出射した光は反射形ホログラム光学素子2で正反射されて収束レンズ3に移かれ、光記録媒体である光ディスク4上に集光する。光ディスク4からの反射光は収束レンズ3の作用により収束波となって反射形ホログラム光学素子2に再入射

する。反射型ホログラム光学素子2には入射収束波を半導体レーザ近傍に配置された光検出器5に導く作用を持つ表面レリーフが形成されているため、光ディスク4からの反射光を光検出器5で検出することができ、焦点誤差検出動作を実現している。

第3図は反射型ホログラム光学素子2と光検出器5の関係を模式的に示したものである。図において、反射型ホログラム光学素子2は、半導体レーザ1から見た場合を、光検出器5は受光面側から見た場合、すなわち反射型ホログラム光学素子2側から見た場合を示している。反射型ホログラム素子2の上部に入射した光(上部入射光)6は光検出器5の第2の分割線7の左側の第1の分割線8上に収束し、反射型ホログラム光学素子2の下部に入射した光(下部入射光)9は光検出器5の第2の分割線7の右側の第1の分割線8上に収束する。

第4図は光ディスク4の焦点ずれが生じた場合の光検出器上でのスポット形状を模式的に示した

もので、第4図(b)が焦点が合った状態である。光ディスク4が収束レンズ3に近づく方向にずれた場合(第4図(a))、光スポットは、光検出器5の第1セグメント10と第4セグメント13に入射する。反対に、収束レンズ3から遠ざかる方向にずれた場合(第4図(c))は、光検出器5の第2セグメント11と第3セグメント12にのみ入射する。従って、焦点誤差信号 S_{fr} は、各セグメントの出力を V_i ($i=1\sim 4$)としたとき

$$S_{fr} = (V_1 - V_2) + (V_4 - V_3)$$

で与えられる。この焦点誤差検出装置では、おもに第1の分割線8の上下方向での光強度の差から焦点誤差を検出するために、光検出器と光スポットの第1の分割線8に沿う方向の相対的な位置ずれは、どちらかの光スポットが第2の分割線7を越えない限りは焦点誤差検出動作になんら影響を与えない。

(発明が解決しようとする課題)

ホログラムのような格子光学素子を用いた場合

に最も大きな問題となるのは光源である半導体レーザの発振波長変動である。発振波長が変動するとそれにより格子光学素子の回折角が変動する。このため従来の技術では、第2図において、光検出器の第1の分割線8と半導体レーザ1の発光点18と反射型ホログラム光学素子2の分割線21が同一平面内にあるよう配置して、つまり、第2図に示すA、A'が同一平面内になるよう配置して、回折角変動の焦点誤差検出動作への影響を除去しようとしていた。しかしながら、従来の技術による解決法により焦点移動の影響を完全に除去できるのは、ホログラム光学素子への入射光線と反射光線及び回折光線がすべて同一平面内にあるときのみであり、この条件からはずれる場合には収束点は光検出器5の第1の分割線8とある角度を持った方向に移動し、結果として焦点誤差信号強度の劣化や、焦点誤差信号オフセットの発生等の問題が生じていた。さらに、焦点ずれが生じた場合の光検出器上でのスポット形状変化に関しては、第4図に示したように、光ディスク4が接近

する方向への焦点ずれと、光ディスクが遠ざかる方向への焦点ずれに対して、分割線に対して対称な形状変化となるのは、ホログラム光学素子への入射光線と反射光線及び回折光線がすべて同一平面内にあるときのみであり、それ以外では対称な形状変化とならない。第5図はその一例を示している。第5図(a)は光ディスク4が収束レンズ3に近づく方向にずれた場合であり、第5図(c)は収束レンズ3から遠ざかる方向にずれた場合、第5図(b)は焦点が合った場合を表わしている。このような形状変化の非対称性は、焦点誤差信号強度の劣化を招いていた。

本発明は、上記問題点を解決した温度安定性に優れた焦点誤差検出装置を供給することにある。

(課題を解決するための手段)

上記問題点を解決するために、本発明が提供する手段は、常温での発振波長 λ_1 を有する光源と、光源を出射した光を光記録媒体上に集光させる結像光学系と、第1の分割線と該第1の分割線と略直交する第2の分割線により少なくとも4個

のセグメントに分けられた光検出器と、前記光記録媒体で反射し、前記結像光学系を経てきた反射光を前記光検出器に導くための反射型格子光学素子とを少なくとも有し、前記反射型格子光学素子は、前記光源の出射光の光軸と交差する反射型格子光学素子分割直線により第1の領域と第2の領域に分けられ、前記反射型格子光学素子の第1の領域への波長 λ_1 の入射光を回折光として前記光検出器の前記第1の分割線上の点(第1の収束点)に、前記反射型格子光学素子の第2の領域への波長 λ_2 の入射光を回折光として前記光検出器の前記第2の分割線上の点(第2の収束点)にそれぞれ収束させる作用を有し、前記光軸と前記反射型格子光学素子分割直線との交点、前記第1、第2の収束点及び前記光源の発光点が同一平面上にあるように前記光源、前記反射型格子光学素子、前記光検出器を配置し、さらに、前記反射型格子光学素子の反射面をX-Y平面、前記交点を原点、原点を通りX-Y平面に垂直な軸をZ軸にとった直交座標系を定めて、前記第1の収束点の

座標を (x_{r1}, y_{r1}, z_{r1}) 、前記第2の収束点の座標を (x_{r2}, y_{r2}, z_{r2}) 、前記光源の発光点の座標を (x_s, y_s, z_s) 、前記第1の収束点と前記第2の収束点を結ぶ線分上の中点の座標を (x_r, y_r, z_r) 、動作保障温度域に対応する前記光源の発振波長変動幅を $\lambda_0 \sim \lambda_2$ ($\lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2$)、前記第1の分割線幅を w とし、
 $d_{r1} = \sqrt{x_{r1}^2 + y_{r1}^2 + z_{r1}^2}$
 $d_{r2} = \sqrt{x_{r2}^2 + y_{r2}^2 + z_{r2}^2}$
 $d_r = \sqrt{x_r^2 + y_r^2 + z_r^2}$
 $d_s = \sqrt{x_s^2 + y_s^2 + z_s^2}$

$$l_{0011}(\lambda) = \frac{x_s}{d_s} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_1} \left(\frac{x_s}{d_s} \cdot \frac{x_{r1}}{d_{r1}} \right); l=1,2$$

$$n_{0011}(\lambda) = \frac{y_s}{d_s} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_1} \left(\frac{y_s}{d_s} \cdot \frac{y_{r1}}{d_{r1}} \right)$$

$$n_{0011}(\lambda) = [1 - \{l_{0011}(\lambda)\}^2 - \{n_{0011}(\lambda)\}^2]^{1/2}$$

$$t_1(\lambda) = d_r^2 / \{x_r \cdot l_{0011}(\lambda) + y_r \cdot n_{0011}(\lambda) + z_r \cdot n_{0011}(\lambda)\}$$

$$x_{01}(\lambda) = l_{0011}(\lambda) \cdot t_1(\lambda)$$

$$y_{01}(\lambda) = n_{0011}(\lambda) \cdot t_1(\lambda)$$

$$z_{01}(\lambda) = n_{0011}(\lambda) \cdot t_1(\lambda)$$

$$A = y_r z_s - y_s z_r$$

$$B = x_s z_r - x_r z_s$$

$$C = x_r y_s - x_s y_r$$

$$Y_1(\lambda) = \frac{x_{01}(\lambda) \cdot A + y_{01}(\lambda) \cdot B + z_{01}(\lambda) \cdot C}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}$$

としたとき、 $Y_1(\lambda_0)$ と $Y_2(\lambda_0)$ は同符号で、

$$|Y_1(\lambda_0)|, |Y_2(\lambda_0)| \leq 2.8W$$

となる関係を満足し、かつ、 $Y_1(\lambda_2)$ と $Y_2(\lambda_2)$ は同符号で、

$$|Y_1(\lambda_0)|, |Y_2(\lambda_0)| \leq 2.8W$$

成る関係を満足し、前記反射型格子光学素子分割直線は、結像光学系の倍率を m_r 、焦点誤差検出のダイナミックレンジを $\pm \alpha$ とし、

$$m = 2 \cdot m_r \cdot \alpha^2$$

$$a = x_r z_r z_s - x_s z_r^2 - x_s y_r^2$$

$$b = y_r z_r z_s - y_s z_r^2 - x_r^2 y_s$$

$$r = \{x_r^2(y_r y_s - z_r z_s) + y_r^2(x_r x_s - z_r z_s) + z_r^2(x_r x_s - y_r y_s)\} / z_r$$

$$l_{10} = \{x_s(d_s + m) - x_s d_s\} / DB_1$$

$$n_{10} = \{y_s(d_s + m) - y_s d_s\} / DB_1$$

$$DB_1 = [d_s^2(d_s + m)^2 - d_s(d_s + m)(x_s x_h + y_s y_h) + (x_h^2 + y_h^2)d_s^2]^{1/2}$$

$$l_{001} = l_{10} - \{(x_s - x_h) / DB_2 - (x_r - x_h) / DB_3\}$$

$$n_{001} = n_{10} - \{(y_s - y_h) / DB_2 - (y_r - y_h) / DB_3\}$$

$$n_{001} = \sqrt{1 - l_{001}^2 - n_{001}^2}$$

$$DB_2 = \sqrt{(x_s - x_h)^2 + (y_s - y_h)^2 + z_s^2}$$

$$DB_3 = \sqrt{(x_r - x_h)^2 + (y_r - y_h)^2 + z_r^2}$$

$$t_0 = \{x_h(z_r y_s - y_r z_s) + y_h(x_r z_s - x_s z_r)\} /$$

$$\{l_{001}(y_r z_s - z_r y_s) + n_{001}(x_s z_r - x_r z_s)$$

$$+ n_{001}(x_r y_s - x_s y_r)\}$$

$$x_0 = l_{001} \cdot t_0 + x_h$$

$$y_0 = n_{001} \cdot t_0 + y_h$$

$$z_0 = n_{001} \cdot t_0$$

としたとき、

$$x_0 - x_r : y_0 - y_r : z_0 - z_r = a : b : r$$

なる関係を略満足する反射型格子光学素子上の点 $(x_h, y_h, 0)$ と、座標原点を結ぶ直線となることを特徴とする構成になっている。

〔作用〕

以下、本発明の作用を図面と数式を用いて詳しく説明する。以下、光ビームの光検出器上への到達点を光スポットと呼び、特に、半導体レーザの発振波長が設計上の波長と等しい場合、すなわち、反射型ホログラム光学素子の設計上の光スポット位置をそれぞれ第1収束点、第2収束点と呼ぶことにする。

本発明では、ダブルナイフエッジ法の原理による焦点誤差検出が、ナイフエッジと光学的に垂直な方向への光検出器の位置ずれに対して大きなトレランスを有することを用いて上述の問題を解決している。第6図はダブルナイフエッジ法の原理による焦点誤差検出における分割線と垂直方向への光検出器の位置ずれに対するトレランスを説明するための図で、第6図(b)は合焦時のスポット形状を示している。焦点誤差信号 S_r は光検出器22のセグメント31～34の各出力をそれぞれ $V_1 \sim V_4$ としたとき

$$S_r = (V_1 + V_4) - (V_2 + V_3)$$

向で、かつ、その移動量が光検出器の分割線幅の2.8倍以内であるように、光検出器の分割線及び、分割線上の収束点位置を決定すればよい。

以下、上述の条件を数式を用いて記述する。第7図は、計算上の反射型ホログラム光学素子27の位置、半導体レーザの発光点14、光検出器上の光ビームの収束点15を示すための図である。反射型ホログラム光学素子27はX-Y平面にあり、このX-Y平面に垂直な軸をZ軸とした直交座標系を考え、半導体レーザの発光点14を (x_0, y_0, z_0) 、光検出器上の第1または第2収束点の位置15を (x_r, y_r, z_r) とする。

ここで、

$$d_r = \sqrt{x_r^2 + y_r^2 + z_r^2} \quad (1)$$

$$d_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2 + z_0^2} \quad (2)$$

とする。ホログラム光学素子の記録される干渉縞はこれら2点からの発散球面波によるものであり、その位相伝達関数は次式で与えられる。

以下余白

で与えられるので、光スポット25、26の位置が光検出器22ナイフエッジと光学的に平行な第1の分割線23に対して上にずれた場合(第6図(a))でも、下にずれた場合(第6図(c))でも焦点誤差信号は相殺されて零になり、焦点誤差信号オフセットは生じない。ただし、分割線からのずれが大きくなりすぎると、焦点誤差検出感度が低下し、読み出し信号強度が低下する。ここで、読み出し信号強度と光スポット25、26の第1及び第2収束点位置からの位置ずれとの関係を実験的に求めたところ、分割線の幅 $10\mu\text{m}$ 、光スポット径 $10\mu\text{m}$ の場合、読み出し信号強度が第1及び第2収束点16、17に光スポット25、26がある場合に比べて80%にまで低下するのは、位置ずれ量が $28\mu\text{m}$ の時であった。つまり、位置ずれ量が分割線の幅2.8倍以内であれば、信号強度量は実用上問題無いレベルを確保することができる。したがって、光源の発振波長変動にともなう光検出器上での光スポット25、26の移動が、2つの光スポットに対して同一方

$$\phi(x, y) = \frac{2\pi}{\lambda_1} \left(\sqrt{(x_r - x)^2 + (y_r - y)^2 + z_r^2} - \sqrt{(x_0 - x)^2 + (y_0 - y)^2 + z_0^2} \right)$$

ここで、 λ_1 は、反射型ホログラム光学素子の設計波長であり、通常、半導体レーザの常温での発振波長に対応する。このような位相伝達関数を持つ反射型ホログラム光学素子に方向余弦 (l_{10}, m_{10}, n_{10}) を持つ光線が入射するとする。ここでは、反射型のホログラム光学素子を考えているので、入射光線の方角余弦は反射型ホログラム光学素子の表面で正反射した光線の方角余弦を考えればよい。いま、半導体レーザを出射した光は光ディスク上に正しく集光しているとする、光ディスクからの戻り光は、レーザの発光点14を収束点に持つような波面となって反射型ホログラム光学素子27に入射する。従って反射型ホログラム光学素子27への入射光線の方角余弦は、原点を通過する光線について

$$l_{10} = x_0/d_0 \quad (4)$$

$$m_{10} = y_0/d_0 \quad (5)$$

$$n_{10} = z_0/z_2 \quad (6)$$

となる。1981年発行のアプライド オプティクス (Applied Optics) 誌、第20巻、第208ページより掲載のエイチ・グブリュ、ホロウェイ (H.W.Holloway) らの文献によると、ホログラム光学素子の作用を受けた出射光線の方角余弦 (l_{out} 、 m_{out} 、 n_{out}) は次式で与えられる。

$$l_{out} = l_{in} + \frac{l_2}{2\pi} \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad (7)$$

$$m_{out} = m_{in} + \frac{l_2}{2\pi} \frac{\partial \phi}{\partial y} \quad (8)$$

$$n_{out} = \sqrt{1 - l_{out}^2 - m_{out}^2} \quad (9)$$

ここで、 l_2 は、動作時のレーザの発振波長である。従って、方向余弦 (l_{in} 、 m_{in} 、 n_{in}) で原点に入射した光線が反射型ホログラム光学素子の作用を受けて出射すると、その出射光線を表わす方程式

$$\frac{x}{l_{out}} = \frac{y}{m_{out}} = \frac{z}{n_{out}} \quad (10)$$

ここで、光検出器の受光面を、点 (x_r 、 y_r 、 z_r)

を含み、原点と点 (x_r 、 y_r 、 z_r) を結ぶ直線と直交する平面にとると、その方程式は、

$$x_r(x-x_r) + y_r(y-y_r) + z_r(z-z_r) = 0 \quad (11)$$

となる。従って、ホログラム光学素子の回折の作用を受けた光線の光検出器上での位置、すなわち、光スポットの位置 (x_{pd} 、 y_{pd} 、 z_{pd}) は (10)、(11) 式より、

$$x_{pd} = l_{out} \cdot d_r^2 / A \quad (12)$$

$$y_{pd} = m_{out} \cdot d_r^2 / A \quad (13)$$

$$z_{pd} = n_{out} \cdot d_r^2 / A \quad (14)$$

$$A = x_r \cdot l_{out} + y_r \cdot m_{out} + z_r \cdot n_{out} \quad (15)$$

となる。したがって、光検出器の分割線の中心と点 (x_{pd} 、 y_{pd} 、 z_{pd}) との距離 $Y(l)$ は (11) ~ (15) 式を用いて、

$$Y(l) =$$

$$\frac{(y_r z_{pd} - z_r y_{pd}) x_{pd} + (x_r z_{pd} - z_r x_{pd}) y_{pd} + (x_r y_{pd} - x_{pd} y_r) z_{pd}}{\sqrt{(y_r z_{pd} - z_r y_{pd})^2 + (x_r z_{pd} - x_{pd} z_r)^2 + (x_r y_{pd} - x_{pd} y_r)^2}} \quad (16)$$

となる。ここで、本焦点誤差検出装置の動作保障温度範囲に対応する発振波長変動幅を $\lambda_0 \sim \lambda_2$

($\lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2$) とすると、 $Y(l)$ の満足すべき条件は w を光検出器の分割線幅とすると、

$$|Y_1(\lambda_0)| \leq 2.8w \quad (17)$$

$$|Y_1(\lambda_2)| \leq 2.8w \quad (18)$$

とすることが出来る。ここで、本発明による焦点誤差検出装置では光検出器上に2つの光スポットを形成し、4分割された光検出器の対角線の差成分から焦点誤差検出を行なうために、2つの光スポットに対する $Y(l)$ の符号は常に同じとなるようにする。

さらに、従来の技術で問題となった焦点ずれが生じた場合の光検出器上でのスポット形状変化の非対称性に関して、本発明では次のような方法で解決している。光ディスクが収束レンズから遠ざかる方向に位置ずれした時は、戻り光の収束位置は光軸上をレーザの発光点から収束レンズに近づく方向にずれる。逆に、光ディスクが収束レンズに近づく方向に位置ずれすると戻り光の収束位置は光軸上をレーザの発光点から収束レンズに遠ざかる方向にずれる。ここで、戻り光の収束位置と

レーザの発光点の距離を m 、戻り光の収束位置を (x_a' 、 y_a' 、 z_a')、ホログラム光学素子上の点を (x_a 、 y_a 、0) とすると、

(x_a' 、 y_a' 、 z_a') と (x_a 、 y_a 、0) を結ぶ直線

の方角ベクトル (L 、 M 、 N) は

$$L = x_a(d_a + m) - x_a \cdot d_a \quad (19)$$

$$M = y_a(d_a + m) - y_a \cdot d_a \quad (20)$$

$$N = z_a(d_a + m) \quad (21)$$

となるので、点 (x_a 、 y_a 、0) に入射する光線の方角余弦 (l'_{10} 、 m'_{10} 、 n'_{10}) は、

$$l'_{10} = L/B' = \{x_a(d_a + m) - x_a \cdot d_a\} / B' \quad (22)$$

$$m'_{10} = M/B' = \{y_a(d_a + m) - y_a \cdot d_a\} / B' \quad (23)$$

$$n'_{10} = N/B' = \{z_a(d_a + m)\} / B' \quad (24)$$

$$B' = \sqrt{L^2 + M^2 + N^2} \quad (25)$$

となる。ホログラム光学素子により回折の効果を受けた光線の方角余弦は (l'_{out} 、 m'_{out} 、 n'_{out}) 上述の場合と同様に、

$$l'_{out} = l_{in} + \frac{l_2}{2\pi} \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad (26)$$

$$n'_{\text{out}} = n_{\text{in}} + \frac{\lambda_2}{2s} \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad (27)$$

$$n'_{\text{out}} = \sqrt{1 - \frac{\lambda_2^2}{4s^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2}} \quad (28)$$

となる。ここで $\lambda_2 = \lambda_1$ とおく。点 $(x_a, y_a, 0)$ をとり、方向余弦 $(l'_{\text{out}}, m'_{\text{out}}, n'_{\text{out}})$ を持つ光線が光検出器の受光面と交わる点を (x_p, y_p, z_p) とすれば、(12)式を用いて

$$x_p = l'_{\text{out}} \cdot l_a + x_a \quad (29)$$

$$y_p = m'_{\text{out}} \cdot l_a + y_a \quad (30)$$

$$z_p = n'_{\text{out}} \cdot l_a \quad (31)$$

$$l_a = \{x_a(z_p y_p - y_p z_p) + y_a(x_p z_p - x_p z_p)\} / \\ \{l'_{\text{out}}(y_p z_p - z_p y_p) + m'_{\text{out}}(x_p z_p - x_p z_p) + n'_{\text{out}}(x_p y_p - x_p y_p)\} \quad (32)$$

となる。ここで、

$$x_p - x_r : y_p - y_r : z_p - z_r = m : n : 1 \quad (33)$$

を満足させるようなホログラム光学素子上の点 $(x_a', y_a', 0)$ が存在する。従って、この点 $(x_a', y_a', 0)$ と原点を結ぶ直線を反射型ホログラム光学素子の分割線とすればよい。ここで式(19)

収束点17 (x_{r2}, y_{r2}, z_{r2}) を結ぶ線分の中点 (x_r, y_r, z_r) 、半導体レーザー1の発光点 (x_a, y_a, z_a) 18、および反射型ホログラム光学素子27の中心(座標原点19)が同一平面(以下、基準平面20と呼ぶ)上にくるように配置している。ここで、

$$d_{r1} = \sqrt{x_{r1}^2 + y_{r1}^2 + z_{r1}^2}$$

$$d_{r2} = \sqrt{x_{r2}^2 + y_{r2}^2 + z_{r2}^2}$$

$$d_a = \sqrt{x_a^2 + y_a^2 + z_a^2}$$

とする。反射型ホログラム光学素子27のフォーカルパワーを極力取り除いて、波長変動による縦方向の収差の発生を抑えるために、 $d_{r1} = d_{r2} = d_a$ としている。

第8図は光検出器22の各セグメントと、反射型ホログラム光学素子27の2つの領域の相互関係を示すための図である。図において、反射型ホログラム光学素子27は、半導体レーザー1から見た場合を、光検出器22は受光面側から見た場合、すなわち反射型ホログラム光学素子27側から見た場合を示している。光検出器22は第1の

～(33)からわかるように、点 $(x'_a, y'_a, 0)$ は m の関数であるので、特定の m についてのみ式(33)を満足することになる。ホログラム光学素子の分割線を決定するためには、所望の焦点誤差検出のダイナミックレンジから m 値を決定すればよい。結像光学系の倍率を m_f 、焦点誤差検出のダイナミックレンジを $\pm \alpha_d$ とすれば、 m 値はおおよそ、

$$m = 2X m_f \alpha_d^2 \quad (34)$$

で与えられる。

〔実施例〕

以下、図面を参照しながら本発明の実施例について説明する。第1図は本発明の実施例を説明するための斜視図である。なお、説明では、これまで用いてきた座標系(反射型ホログラム光学素子は $X-Y$ 平面にあり、中心が座標原点)を用いる。

本実施例では入射光線と正反射光線のなす角を90度とし、実装上の観点から光検出器22上の第1収束点16 (x_{r1}, y_{r1}, z_{r1}) 、と第2の

分割線23と第2の分割線24により4分割されている。第1の分割線23は第1の収束点16と第2の収束点17を含んでいる。

第9図はオンフォーカスの場合の光スポット位置の波長変動による軌跡を計算により求めたものである。ここで、反射型ホログラム光学素子27の中心(座標原点19)と半導体レーザー1の発光点、および光検出器上の2つの収束点16、17との距離を14.56mm、光検出器上の2つの収束点間の距離を260μm、2つの収束点を結ぶ線分の中点に対する平均回折角を22.48°、基準平面20と光検出器22の第1分割線23とのなす角を10°、光検出器の分割線幅を10μmとしている。またここで、半導体レーザーの発振波長変動幅を、0.78μmを基準波長として、0.775μmから0.79μmとした。この変動幅は約60℃の温度変動に対応する。この配置で、第1の分割線23に直交する方向(Y方向)への絶対移動量が最も大きくなるのは $\lambda = 0.79\mu\text{m}$ の場合で、第1の収束点16に対する移

動量は約 $6.2\mu\text{m}$ 、第2の収束点17に対する移動量は約 $2.7\mu\text{m}$ となり、許容移動量(分割線幅 $\times 2.8$)より十分小さい値とすることができた。

反射型ホログラム光学素子27の領域分割線28は上述の(33)式で与えられる条件をほぼ満足するように設定した。本実施例では、倍率5.5倍の収束レンズを用い、焦点誤差検出のダイナミックレンジを $\pm 7\mu\text{m}$ として設計したので m 値は

$m = 2 \times 7\mu\text{m} \times 5.5 = 423.5\mu\text{m}$ となる。この式から与えられる m 値と第1の収束点16の位置、及び第2の収束点17の位置から、それぞれの位置に対して(33)式を満足する反射型ホログラム光学素子分割線の28の方程式が求められる。通常の場合、第1の収束点と第2の収束点間の距離は反射型ホログラム光学素子とそれぞれの収束点間の距離に比べて十分小さい。したがって、求められた2つの直線はほとんど等しいものとなる。そこで、第1の収束点と第

2の収束点の midpoint に対して(33)式を満足する直線を反射型ホログラム光学素子の分割線28として用いた。この場合、分割線に対して常に非対称な形状変化となるが、その量はごくわずかなものであり、焦点誤差検出動作にはなんら影響を与えない。

第10図は焦点ずれが生じた際の光検出器22上の光スポット形状を模式的に示したもので、第10図(b)がオン・フォーカスの場合を示している。光ディスク4が収束レンズ3に近づく方向に位置ずれした場合(第10図(a))、光スポットは光検出器22の第1セグメント31と第4セグメント34にのみ入射する。反対に光ディスク4が収束レンズ3から遠ざかる方向に位置ずれした場合(第10図(c))、光スポットは光検出器22の第2セグメント32と第3セグメント33にのみ入射する。従って各セグメントの出力を V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 とすると、焦点誤差信号 $S_{f.e.}$ は、

$$S_{f.e.} = (V_1 - V_2) + (V_4 - V_3)$$

で与えられる。

(発明の効果)

本発明によれば、光源の波長変動に対して非常に安定な誤差検出特性を有する焦点誤差検出装置を提供できる。また、本発明で用いる反射型格子光学素子は、半導体デバイスを作製する製造プロセスと類似の製造プロセスを用いることにより、安定に、大量にかつ安価に作成できるので、非常に低価格な焦点誤差検出装置を提供することが可能である。

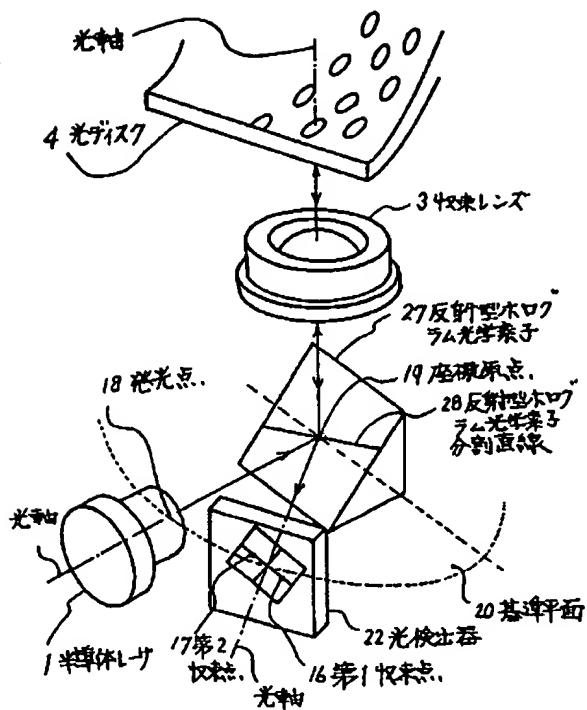
図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を説明するための斜視図、第2図は従来の装置の斜視図、第3図、第4図、第5図は従来の技術を説明するための図、第6図は本発明の作用を説明するための図、第7図、第8図、第9図、第10図は本発明の実施例を説明するための図である。

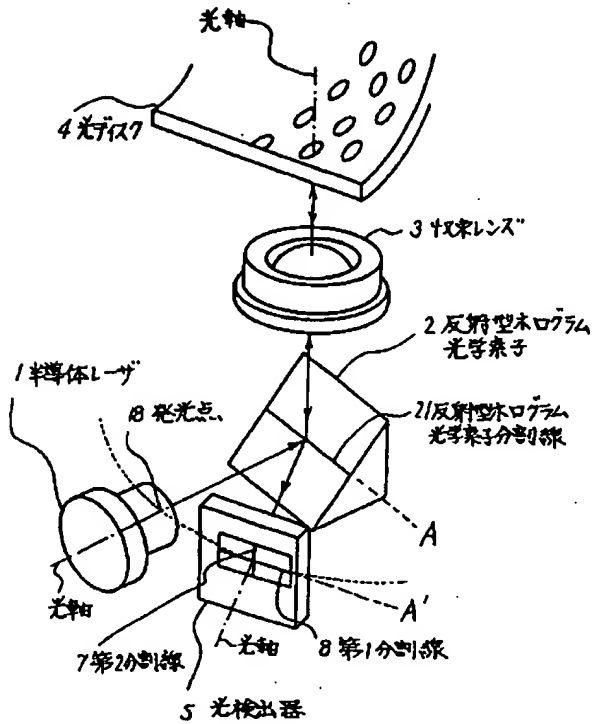
1…半導体レーザ、2…反射型ホログラム、3…収束レンズ、4…光ディスク、5…光検出

器、6…上部入射光、7…第2の分割線、8…第1の分割線、9…下部入射光、10…第1セグメント、11…第2セグメント、12…第3セグメント、13…第4セグメント、14、18…発光点、15…収束点、16…第1の収束点、17…第2の収束点、19…座標原点、20…基準平面、21…反射型ホログラム光学素子分割線、22…光検出器、23…第1の分割線、24…第2の分割線、25、26…光スポット、27…反射型ホログラム光学素子、28…反射型ホログラム光学分割線、31…第1セグメント、32…第2セグメント、33…第3セグメント、34…第4セグメント。

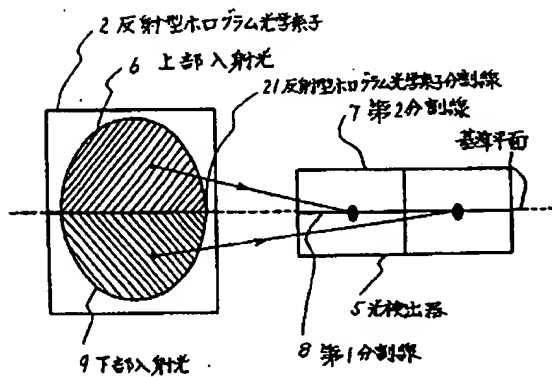
代理人 井理士 内 原 哲



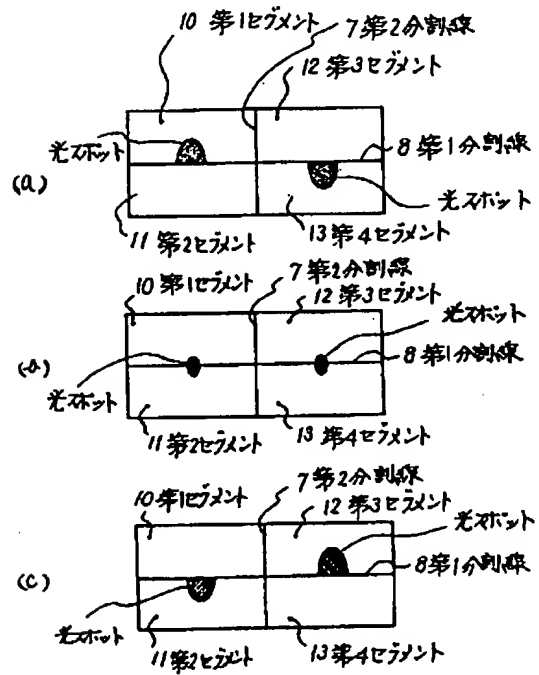
第 1 図



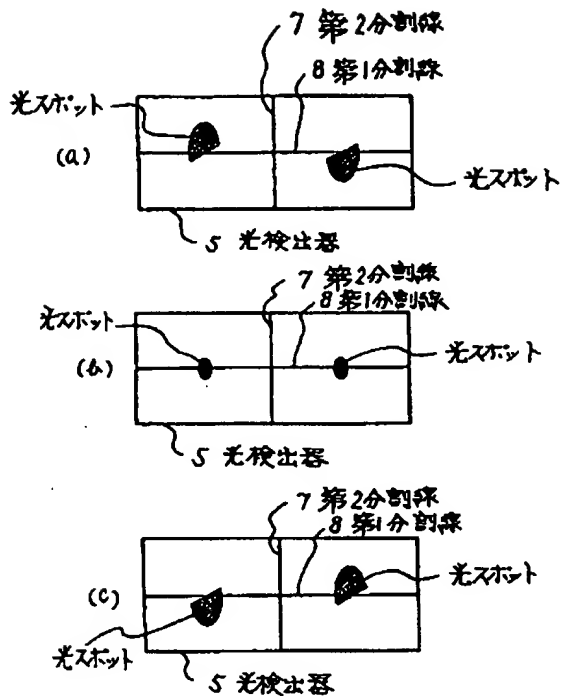
第 2 図



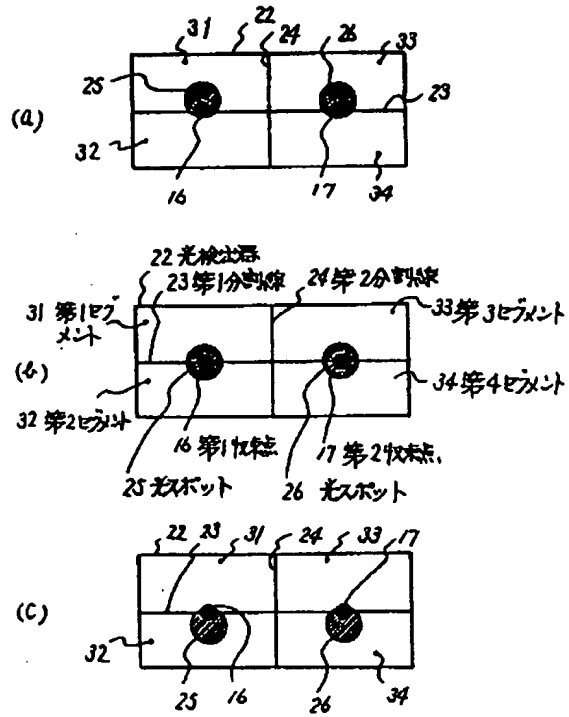
第 3 図



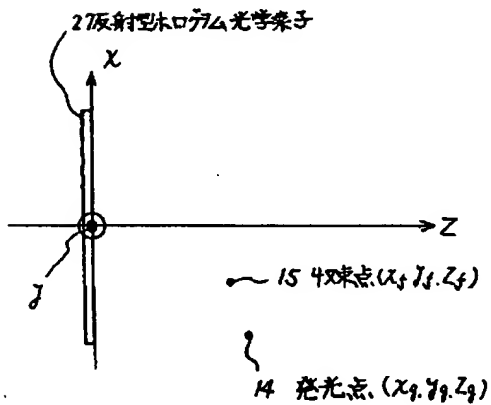
第 4 図



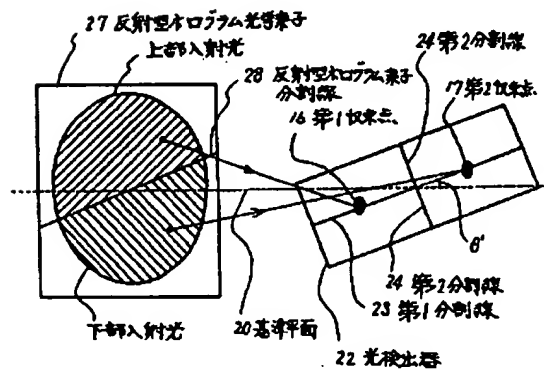
第 5 図



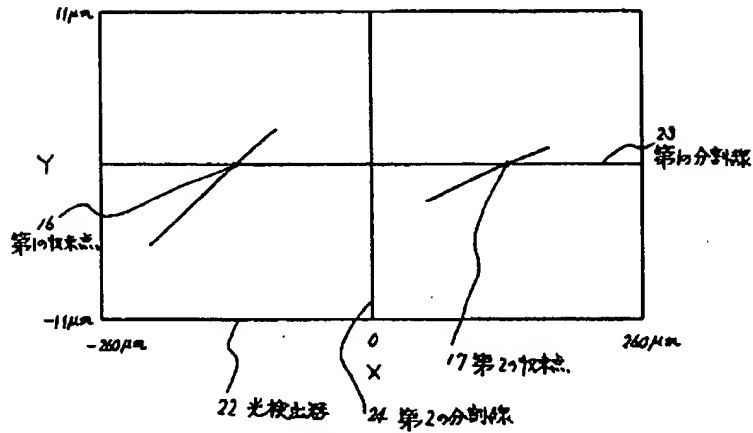
第 6 図



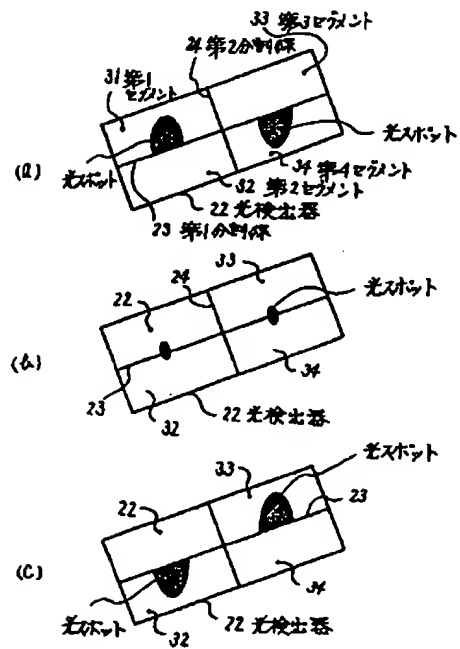
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 63 年特許願第 322498 号 (特開平
2-166630 号, 平成 2 年 6 月 27 日
発行 公開特許公報 2-1667 号掲載) につ
いては特許法第17条の2の規定による補正があっ
たので下記のとおり掲載する。 6 (4)

Int. Cl.	識別 記号	庁内整理番号
G11B 1/09		B-2106-5D
7/135		Z-8947-5D
11/10		Z-7426-5D

手続補正書 (自発)

-2. 6. 14
平成 年 月 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

昭和 63 年特許願 322498 号

2. 発明の名称

焦点誤差検出装置

3. 補正をする者

事件との関係 出願人

東京都港区芝五丁目7番1号

日本電気株式会社

代表者 岡本 忠弘

4. 代理人

〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号

日本電気株式会社内

(8581) 弁護士 内原 晋

電話 東京03(454)1111 (代)

(282 84700248 087)



5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄

明細書の発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

1) 特許請求の範囲を別紙の通り補正する。

2) 明細書第12頁第17行に

$$[+z_r n_{out}(\lambda)]$$

とあるのを

$$[+z_r n_{out}(\lambda)]$$

と補正する。

3) 明細書第13頁第15行に

$$[m=2 \cdot m_f \cdot d_g^2]$$

とあるのを

$$[m=2 \cdot m_f \cdot d_g^2]$$

と補正する。

4) 明細書第13頁第18行に

$$[r=\{x_f^2(y_f y_g - z_f z_g) + y_f^2(x_f x_g - z_f z_g) + z_f^2\}]$$

とあるのを

$$[r=\{x_f^2(y_f y_g - z_f z_g) + y_f^2(x_f x_g - z_f z_g)\}]$$

と補正する。

5) 明細書第14頁第12行に

$$[+n_{out}(x_f + y_g - z_f y_g)]$$

とあるのを

$$[+n_{out}(x_f y_g - x_g y_f)]$$

と補正する。

6) 明細書第19頁第1行に

$$[n_{in}=Z_g/Z_g]$$

とあるのを

$$[n_{in}=Z_g/d_g]$$

と補正する。

7) 明細書第19頁第9行に

$$[m_{out}=m_{in} + \frac{\lambda_2}{2\pi} \frac{\partial \phi}{\partial x}]$$

とあるのを

$$[m_{out}=m_{in} + \frac{\lambda_2}{2\pi} \frac{\partial \phi}{\partial y}]$$

と補正する。

8) 明細書第20頁第8行に

$$[x_{pd}=l_{out} \cdot d_f^2 / A(\lambda_g)]$$

とあるのを

$$[x_{pd}=l_{out} \cdot d_f^2 / A]$$

と補正する。

9) 明細書第22頁最終行に

$$[l_{out}'=l_{in}+\frac{\lambda_2}{2\pi}\frac{\partial\phi}{\partial x}]$$

とあるのを

$$[l_{out}'=l_{in}+\frac{\lambda_2}{2\pi}\frac{\partial\phi}{\partial x}]$$

と補正する。

10) 明細書第23頁第1行に

$$[m_{out}'=m_{in}+\frac{\lambda_2}{2\pi}\frac{\partial\phi}{\partial x}]$$

とあるのを

$$[m_{out}'=m_{in}+\frac{\lambda_2}{2\pi}\frac{\partial\phi}{\partial y}]$$

と補正する。

11) 明細書第23頁第11行に

$$[l'_{out}(y_f z_f - z_f y_f) + m_{out}(x_f z_f - z_f x_f)]$$

とあるのを

$$[l'_{out}(y_f z_f - z_f y_f) + m'_{out}(x_f z_f - z_f x_f)]$$

と補正する。

12) 明細書第23頁第12行に

14) 明細書第24頁第9行に

$$[m=2 \times m_f \times \alpha_d^2]$$

とあるのを

$$[m=2 \cdot m_f^2 \cdot \alpha_d]$$

と補正する。

15) 明細書第12頁第12行に

$$[\mu=1.2]$$

とあるのを

$$[\mu=1.2]$$

と補正する。

16) 明細書第13頁第11行に

$$[|Y_1(\lambda_0)|, |Y_2(\lambda_0)| \leq 2.8W]$$

とあるのを

$$[|Y_1(\lambda_2)|, |Y_2(\lambda_2)| \leq 2.8W]$$

と補正する。

17) 明細書第21頁第3行に

$$[|Y_1(\lambda_0)| \leq 2.8W]$$

とあるのを

$$[|Y(\lambda_0)| \leq 2.8W]$$

と補正する。

$$[+n_{out}(x_f y_f - x_f y_f)]$$

とあるのを

$$[+n'_{out}(x_f y_f - x_f y_f)]$$

と補正する。

13) 明細書第23頁第13行の

「となる。」

の後に次の文を挿入する。

「いま、光検出器受光面上の基準となる直線(基準線)として、光検出器上の点 (x_f, y_f, z_f) と半導体レーザの発光点 (x_g, y_g, z_g) 及び原点の3点を含む平面と光検出器受光面との交線を考える。上記3点を含む平面は、

$$x(y_f z_g - y_g z_f) - y(x_f z_g - x_g z_f) + z(x_f y_g - x_g y_f) = 0$$

で表されるから、求める交線方向ベクトル (α, β, γ) は

$$\alpha = x_f z_f z_g - x_g z_f z_f - x_g y_f^2$$

$$\beta = y_f z_f z_g - y_g z_f z_f - x_g y_f^2$$

$$\gamma = (x_f^2(y_f z_g - z_f z_g) + y_f^2(x_f z_g - z_f z_g) + z_f^2(x_f z_g - y_f z_g))/z_f$$

となる。」

18) 明細書第21頁第4行に

$$[|Y_1(\lambda_0)| \leq 2.8W]$$

とあるのを

$$[|Y_1(\lambda_2)| \leq 2.8W]$$

と補正する。

19) 明細書第23頁第8行に

$$[y_p = m'_{out} t_p + z_b]$$

とあるのを

$$[y_p = m'_{out} t_p + y_b]$$

と補正する。

代理人 弁理士 内原 晋

別紙

特許請求の範囲

常温での発振波長 λ_1 を有する光源と、光源を出射した光を光記録媒体上に集光させる結像光学系と、第1の分割線と該第1の分割線に略直行する第2の分割線により少なくとも4個のセグメントに分けられた光検出器と、前記光記録媒体で反射し、前記結像光学系を経てきた反射光を前記光検出器に導くため反射型格子光学素子とを少なくとも有し、前記反射型格子光学素子は、前記光源の出射光の光軸と交差する反射型格子光学素子分割直線により第1の領域と第2の領域に分けられ、前記反射型格子光学素子の第1の領域への波長 λ_1 の入射光を回折光として前記光検出器の前記第1の分割線上の点(第1の収束点)に、前記反射型格子光学素子の第2の領域への波長 λ_1 の入射光を回折光として前記光検出器の前記第2の分割線上の点(第2の収束点)にそれぞれ収束させる作用を有し、前記光軸と前記反射型格子光学素子分割直線との交点、前記第1、第2の収束点及び前記光源の発光点が同一平面上に

あるように前記光源、前記反射型格子光学素子、前記光検出器を配置し、さらに、前記反射型格子光学素子の反射面をX-Y平面、前記交点を原点、原点を通りX-Y平面に垂直な軸をZ軸ととった直交座標系を定めて、前記第1の収束点の座標を (x_n, y_n, z_n) 、前記第2の収束点の座標を (x_{n2}, y_{n2}, z_{n2}) 、前記第1の収束点と前記第2の収束点を結ぶ線分上の中点の座標を (x_p, y_p, z_p) 、動作保障温度領域に対応する前記光源の発振波長変動幅を $\lambda_0 \sim \lambda_2$ ($\lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2$)、前記第1の分割線幅を w とし、

$$\begin{aligned} d_n &= \sqrt{x_n^2 + y_n^2 + z_n^2} \\ d_{n2} &= \sqrt{x_{n2}^2 + y_{n2}^2 + z_{n2}^2} \\ d_f &= \sqrt{x_f^2 + y_f^2 + z_f^2} \\ d_g &= \sqrt{x_g^2 + y_g^2 + z_g^2} \\ l_{outi}(\lambda) &= \frac{x_g}{d_g} - \frac{\lambda}{\lambda_1} \left(\frac{x_g}{d_g} - \frac{x_n}{d_n} \right); i=1, 2 \\ m_{outi}(\lambda) &= \frac{y_g}{d_g} - \frac{\lambda}{\lambda_1} \left(\frac{y_g}{d_g} - \frac{y_n}{d_n} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{outi}(\lambda) &= [1 - \{l_{outi}(\lambda)\}^2 - \{m_{outi}(\lambda)\}^2]^{1/2} \\ t_i(\lambda) &= d_f / \{x_f l_{outi}(\lambda) + y_f m_{outi}(\lambda) + z_f n_{outi}(\lambda)\} \\ x_{pi}(\lambda) &= l_{outi}(\lambda) \cdot t_i(\lambda) \\ y_{pi}(\lambda) &= m_{outi}(\lambda) \cdot t_i(\lambda) \\ z_{pi}(\lambda) &= n_{outi}(\lambda) \cdot t_i(\lambda) \\ A &= y_f z_g - y_g z_f \\ B &= x_f z_g - x_g z_f \\ C &= x_f y_g - x_g y_f \\ Y_i(\lambda) &= \frac{x_{pi}(\lambda) \cdot A + y_{pi}(\lambda) \cdot B + z_{pi}(\lambda) \cdot C}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}} \end{aligned}$$

としたとき、 $Y_1(\lambda_0)$ と $Y_2(\lambda_0)$ は同符号で、

$$|Y_1(\lambda_0)|, |Y_2(\lambda_0)| \leq 2.8W$$

となる関係を満足し、かつ、 $Y_1(\lambda_2)$ と $Y_2(\lambda_2)$ は同符号で、

$$|Y_1(\lambda_2)|, |Y_2(\lambda_2)| \leq 2.8W$$

成る関係を満足し、前記反射型格子光学素子分割直線は、結像光学系の倍率を m_f 、焦点誤差検出のダイナミックレンジを $\pm a_d$ とし、

$$\begin{aligned} m &= 2 \cdot m_f^2 \cdot a_d \\ x_f &= (x_{1f} + x_{2f})/2 \\ y_f &= (y_{1f} + y_{2f})/2 \\ z_f &= (z_{1f} + z_{2f})/2 \\ \alpha &= x_f x_g - x_g x_f - x_g y_f \\ \beta &= y_f x_g - y_g x_f - x_f y_g \\ r &= \{x_f (y_f z_g - z_f z_g) + y_f (x_f z_g - z_f z_g) \\ &\quad + z_f (x_f y_g - y_f y_g)\} / z_f \\ l_{in} &= \{x_g (d_g + m) - x_n d_g\} / DB_1 \\ m_{in} &= \{y_g (d_g + m) - y_n d_g\} / DB_1 \\ DB_1 &= \{d_g^2 (d_g + m)^2 - 2d_g (d_g + m)(x_g x_n + y_g y_n) \\ &\quad + (x_n^2 + y_n^2) d_g^2\}^{1/2} \\ l_{out} &= l_{in} - \{(x_g - x_n) / DB_2 - (x_f - x_n) / DB_3\} \\ m_{out} &= m_{in} - \{(y_g - y_n) / DB_2 - (y_f - y_n) / DB_3\} \\ n_{out} &= \sqrt{1 - l_{out}^2 - m_{out}^2} \\ DB_2 &= \sqrt{(x_g - x_n)^2 + (y_g - y_n)^2 + z_g^2} \end{aligned}$$

$$DB_3 = \sqrt{(x_f - x_h)^2 + (y_f - y_h)^2 + z_f^2}$$

$$t_p = [x_h(x_f y_g - y_f y_g) + y_h(x_f x_g - x_g x_f)] / \\ \{l_{out}(y_f x_g - x_f y_g) + m_{out}(x_g x_f - x_f x_g) \\ + n_{out}(x_f y_g - x_g y_f)\}$$

$$x_p = l_{out} t_p + x_h$$

$$y_p = m_{out} t_p + y_h$$

$$z_p = n_{out} t_p + z_h$$

としたとき、

$$x_p - x_f : y_p - y_f : z_p - z_f = \alpha : \beta : \gamma$$

なる関係を略満足する反射型格子光学素子上の点
($x_h, y_h, 0$)と、座標原点を結ぶ直線となることを特
徴とする焦点誤差検出装置。

代理人 弁理士 内原



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.